

【発明の名称】 強誘電体メモリ

【発明の背景】

本発明は、トランジスタ及び強誘電体キャパシタを有する複数のメモリセルがマトリックス状に配置されてなる強誘電体メモリに関する。

図25は、第1、第2の従来例及び本発明の各実施形態に係る強誘電体メモリの回路構成を示しており、図25に示すように、強誘電体メモリセルは、1つのトランジスタと1つの強誘電体キャパシタとを有する1トランジスタ1キャパシタ型である。強誘電体メモリセルを構成するトランジスタのゲート電極はワード線に接続されていると共に、該トランジスタのドレイン電極はビット線に接続されている。また、強誘電体メモリセルを構成するキャパシタの一方の電極はプレート線に接続されていると共に、該キャパシタの他方の電極はトランジスタのソース電極に接続されている。これにより、強誘電体メモリセルは、プレート線、ワード線及びビット線に印加される各信号によって制御される。

(第1の従来例)

以下、第1の従来例に係る強誘電体メモリについて、図26、図27及び図28を参照しながら説明する。

図26及び図27は第1の従来例に係る強誘電体メモリセルアレイのレイアウトを示し、図28は図26及び図27におけるD-D線の断面構造を示している。尚、図27は、図26に示すレイアウトから、活性領域、ワード線、ビット線コンタクト及びストレージノードコンタクトのみを抜き出して示している。

図26、図27及び図28において、11a、11b、11c、11dは強誘電体キャパシタの上部電極からなるプレート線を示し、12a、12b、12c、12dは多結晶シリコンよりなりアクセストランジスタのゲート電極からなるワード線を示し、13a、13b、13c、13dはアルミニウム配線からなるビット線を示し、14a、14b、14c、14dは強誘電体キャパシタの下部電極からなる強誘電体メモリセルのストレージノードを示し、18は1トランジスタ1キャパシタ型の1ビットの強誘電体メモリセルを示し、19は強誘電体メモリセル18を構成するトランジスタを示している。また、15はストレージノード14a、14b、14c、14dと、トランジスタ19の活性領域16とを

、接続するストレージノードコンタクトを示し、17は、ビット線13a、13b、13c、13dと、トランジスタ19の活性領域16とを接続するビット線コンタクトを示している。

図26において、a1は、ビット線コンタクト17を介して隣接するプレート線11a、11b間の距離である第1のプレート線間距離を示し、b1は、ストレージノード14aを含むプレート線11a、11bの線幅を示し、c1は、ビット線コンタクト17を介することなく隣接するプレート線11b、11c間の距離である第2のプレート線間距離を示している。

図26に示すように、ストレージノードコンタクト15とビット線コンタクト17とは、活性領域16により最短距離で配置されている。

(第2の従来例)

以下、第2の従来例に係る強誘電体メモリについて、図29、図30及び図31を参照しながら説明する。

図29及び図30は第2の従来例に係る強誘電体メモリセルアレイのレイアウトを示し、図31は図29及び図30におけるE-E線の断面構造を示している。尚、図30は、図29に示すレイアウトから、活性領域、ワード線、ビット線コンタクト及びストレージノードコンタクトのみを抜き出して示している。

図29、図30及び図31において、21a、21b、21c、21dは強誘電体キャパシタの上部電極からなるプレート線を示し、22a、22b、22c、22dは多結晶シリコンよりなりアクセストランジスタのゲート電極からなるワード線を示し、23a、23b、23c、23dはアルミニウム配線からなるビット線を示し、24a、24b、24c、24dは強誘電体キャパシタの下部電極からなる強誘電体メモリセルのストレージノードを示し、28は1トランジスタ1キャパシタからなる1ビットの強誘電体メモリセルを示し、29は強誘電体メモリセル28を構成するトランジスタを示している。また、25はストレージノード24a、24b、24c、24dと、トランジスタ29の活性領域26とを接続するストレージノードコンタクトを示し、27は、ビット線23a、23b、23c、23dと、トランジスタ29の活性領域26とを接続するビット線コンタクトを示している。

図29において、a2は、ビット線コンタクト27を介して隣接するプレート線21a、21b間の距離である第1のプレート線間距離を示し、b1は、ストレージノード24aを含むプレート線21a、21bの線幅を示し、c1は、ビット線コンタクト27を介することなく隣接するプレート線21b、21c間の距離である第2のプレート線間距離を示し、dは、ワード線22aの一方の側端からビット線コンタクト27の中心までの距離を示し、eは、ワード線22aの線幅を示し、fは、ワード線22aの他方の側端からストレージノードコンタクト25の中心までの距離を示している。尚、第2の従来例における第1のプレート線間距離a2は、プレート線21a、21bの加工により得られる最小の距離ではない。

ところで、ストレージノードコンタクト25とビット線コンタクト27との距離は、活性領域26により最短に設定されており、ワード線22aの線幅eと、ワード線22aの一方の側端からビット線コンタクト27の中心までの距離dと、ワード線22aの他方の側端からストレージノードコンタクト25の中心までの距離fとの合計である。

(第1の従来例の課題)

第1の従来例においては、強誘電体メモリセル18のビット線方向の長さL11は、 $L11 = a1/2 + b1 + c1/2$ で与えられる。

従って、強誘電体メモリセル18のワード線方向の長さをW11とすると、強誘電体メモリセル18の面積S11は、

$$S11 = L11 \times W11 = (a1/2 + b1 + c1/2) \times W11 \text{ で与えられる。}$$

通常、プレート線11a、11b、11c、11dのビット線コンタクト側の端面と、ビット線コンタクト17との間には、両者の短絡を防止するために、所定の間隔が必要である。このため、ビット線コンタクト17を介して隣接するプレート線11a、11b間の第1のプレート線間距離a1は、ビット線コンタクト17を介することなく隣接するプレート線11b、11c間の第2のプレート線間距離c1よりも大きくなってしまうので、 $a1 > c1$ の関係がある。

従って、第1の従来例における強誘電体メモリセル18の面積S11は、全て

のプレート線間距離が第2のプレート線間距離 c_1 と等しい場合に比べて、つまり $a_1 = c_1$ の場合に比べて、大きくなってしまうという問題がある。

また、第1の従来例においては、強誘電体メモリセル18のデータを読み書きする際にプレート線11aを駆動するためには、該プレート線11aにワード線12aを介して接続されるビット線13a、13b、13c、13dは全て同時に使用される。この場合、各ビット線13a、13b、13c、13dは互いに隣接しているため、ビット線間に存在する容量に起因してノイズが発生し、これによって、誤動作が起こり易いという問題もある。

(第2の従来例の課題)

第2の従来例においては、強誘電体メモリセル28のビット線方向の長さ L_1 2は、 $L_1 2 = d + e + f + b_1 / 2 + c_1 / 2$ で与えられる。

ビット線コンタクト27を介して隣接するプレート線21a、21b間の第1のプレート線間距離 a_2 の最小値は、第1の従来例における第1のプレート線間距離 a_1 と等しくなるから、

$$d + e + f = a_2 / 2 + b_1 / 2 > a_1 / 2 + b_1 / 2 \text{ の関係がある。}$$

この関係と、第1の従来例で示した $a_1 > c_1$ の関係とから、

$$d + e + f = a_2 / 2 + b_1 / 2 > c_1 / 2 + b_1 / 2 \text{ の関係が得られる。}$$

近年の傾向として半導体デバイスの微細化に伴って動作電圧の低電圧化が進んでいるが、強誘電体キャパシタは低電圧下では十分な動作が行えない。従って、周辺回路の動作電圧よりも高い電圧を強誘電体キャパシタに印加する必要があるので、強誘電体メモリセルを構成するトランジスタとしては、周辺回路に配置されるトランジスタに比べて、ゲート長がより大きくてより高い電圧で動作するトランジスタを使用する必要がある。

しかしながら、第2の従来例において、トランジスタ29のゲート長(=ワード線22aの線幅: e)を大きくすると、強誘電体メモリセル28の面積ひいては強誘電体メモリセルアレイの面積の増大を招くという問題がある。

【発明の概要】

前記に鑑み、本発明は、強誘電体メモリセルの面積の低減を図ることを第1の目的とし、トランジスタのゲート長を大きくしても、強誘電体メモリセルの面積

の増大を招かないようにすることを第2の目的とする。

前記第1の目的を達成するため、本発明に係る第1の強誘電体メモリは、トランジスタ及び強誘電体キャパシタを有する複数のメモリセルがマトリックス状に配置されてなる強誘電体メモリを対象とし、プレート線は、複数のメモリセルのうちワード線方向に隣接するメモリセルの強誘電体キャパシタの上をワード線方向に延びており、ビット線とトランジスタの活性領域とを接続するビット線コンタクトは、ビット線方向に隣接するプレート線同士の間で且つワード線方向に隣接する強誘電体キャパシタ同士の間の領域に配置されており、プレート線におけるビット線コンタクトの近傍部には切り欠き部が形成されており、複数のメモリセルのトランジスタの活性領域は、ワード線方向と交差し且つビット線方向と交差するように延びている。

第1の強誘電体メモリによると、プレート線におけるビット線コンタクトの近傍部には切り欠き部が形成されていると共に、トランジスタの活性領域はワード線方向と交差し且つビット線方向と交差するように延びているため、第1の従来例に比べて、メモリセルのビット線方向の長さを短くできるので、メモリセルの面積ひいてはメモリセルアレイの面積を低減することができる。

前記の第1の目的を達成するため、本発明に係る第2の強誘電体メモリは、トランジスタ及び強誘電体キャパシタを有する複数のメモリセルがマトリックス状に配置されてなる強誘電体メモリを対象とし、複数のメモリセルのうちワード線方向に隣接する1組のメモリセルの強誘電体キャパシタはビット線方向に互いにオフセットするように配置されており、プレート線は1組のメモリセルの強誘電体キャパシタに対して共通に設けられており、ビット線とトランジスタの活性領域とを接続するビット線コンタクトは、ビット線方向に隣接するプレート線同士の間に配置されている。

第2の強誘電体メモリによると、ワード線方向に隣接する1組のメモリセルの強誘電体キャパシタはビット線方向に互いにオフセットするように配置されているため、第1の従来例に比べて、メモリセルのワード線方向の長さは大きく低減する。また、プレート線は1組のメモリセルの強誘電体キャパシタに対して共通に設けられていると共に、ビット線コンタクトはプレート線同士の間に配置され

ているため、メモリセルのビット線方向の長さは、第1の従来例に比べて、メモリセルのワード線方向の長さが低減する割合の逆数よりも小さい程度にしか増加しない。従って、第1の従来例に比べて、メモリセルの面積ひいてはメモリセルアレイの面積を低減することができる。

前記第1の目的を達成するため、本発明に係る第3の強誘電体メモリは、トランジスタ及び強誘電体キャパシタを有する複数のメモリセルがマトリックス状に配置されてなる強誘電体メモリを対象とし、複数のメモリセルのうちワード線方向に隣接する1組のメモリセルの強誘電体キャパシタはビット線方向に互いにオフセットするように配置されており、ワード線は1組のメモリセルのトランジスタに対して共通に設けられており、プレート線は1組のメモリセルの各メモリセルの強誘電体キャパシタ毎に設けられており、ビット線とトランジスタの活性領域とを接続するビット線コンタクトは、1組のメモリセルと対応する複数のプレート線からなるプレート線群同士の間に配置されている。

第3の強誘電体メモリによると、ワード線方向に隣接する1組のメモリセルの強誘電体キャパシタはビット線方向に互いにオフセットするように配置されているため、第1の従来例に比べて、メモリセルのワード線方向の長さは大きく低減する。また、ビット線コンタクトは、1組のメモリセルと対応する複数のプレート線からなるプレート線群同士の間に配置されているため、メモリセルのビット線方向の長さは、第1の従来例に比べて、メモリセルのワード線方向の長さが低減する割合の逆数よりも小さい程度にしか増加しない。従って、第1の従来例に比べて、メモリセルの面積ひいてはメモリセルアレイの面積を低減することができる。

第3の強誘電体メモリにおいては、プレート線は1組のメモリセルの各メモリセルの強誘電体キャパシタ毎に設けられているため、第2の強誘電体メモリに比べて、メモリセルのビット線方向の長さは大きくなるが、1組のメモリセルの強誘電体キャパシタに信号を送るビット線同士はプレート線を共用しない。このため、第1の従来例の課題の項において説明した、ビット線間に存在する容量に起因するノイズの発生を防止できるので、ノイズに起因する誤動作を防止することができる。

前記第1の目的を達成するため、本発明に係る第4の強誘電体メモリは、トランジスタ及び強誘電体キャパシタを有する複数のメモリセルがマトリックス状に配置されてなる強誘電体メモリを対象とし、複数のメモリセルのうちワード線方向に隣接する1組のメモリセルの強誘電体キャパシタはビット線方向に互いにオフセットするように配置されており、プレート線は1組のメモリセルの強誘電体キャパシタに対して共通に設けられており、ビット線とトランジスタの活性領域とを接続するビット線コンタクトは、プレート線に対するビット線方向の両側に配置されている。

第4の強誘電体メモリによると、ワード線方向に隣接する1組のメモリセルの強誘電体キャパシタはビット線方向に互いにオフセットするように配置されているため、第1の従来例に比べて、メモリセルのワード線方向の長さは大きく低減する。また、プレート線は1組のメモリセルの強誘電体キャパシタに対して共通に設けられていると共に、ビット線コンタクトはプレート線のビット線方向の両側に配置されているため、メモリセルのビット線方向の長さは、第1の従来例に比べて、メモリセルのワード線方向の長さが低減する割合の逆数よりも小さい程度にしか増加しない。従って、第1の従来例に比べて、メモリセルの面積ひいてはメモリセルアレイの面積を低減することができる。

前記第2の目的を達成するため、本発明に係る第5の強誘電体メモリは、トランジスタ及び強誘電体キャパシタを有する複数のメモリセルがマトリックス状に配置されてなる強誘電体メモリを対象とし、複数のメモリセルのトランジスタの活性領域は強誘電体キャパシタ同士の間をビット線方向に延びており、ワード線は、活性領域における強誘電体キャパシタ同士の間をビット線方向に延びる領域の上に形成され相対的に広い幅を有するゲート電極部と、強誘電体キャパシタのビット線方向に形成され相対的に狭い幅を有する配線部とを有している。

第5の強誘電体メモリによると、ワード線は、活性領域における強誘電体キャパシタ同士の間をビット線方向に延びる領域の上に形成され相対的に広い幅を有するゲート電極部と、強誘電体キャパシタのビット線方向に形成され相対的に狭い幅を有する配線部とを有しているため、トランジスタのゲート長を第2の従来例のトランジスタのゲート長と同一寸法に設定しても、ワード線のゲート電極部

及び配線部はいずれも、ワード線方向に延びるプレート線の領域から外側にはみ出さないように形成することができる。このため、第2の従来例に比べて、メモリセルのビット線方向の長さを小さくすることができるので、メモリセルの面積ひいてはメモリセルアレイの面積を低減することができる。

前記第2の目的を達成するため、本発明に係る第6の強誘電体メモリは、トランジスタ及び強誘電体キャパシタを有する複数のメモリセルがマトリックス状に配置されてなる強誘電体メモリを対象とし、複数のメモリセルを構成する複数の強誘電体キャパシタのうち、ビット線コンタクトを介してビット線方向に隣接する強誘電体キャパシタ同士はワード線方向にオフセットしていない一方、ビット線コンタクトを介すことなくビット線方向に隣接する強誘電体キャパシタ同士はワード線方向にオフセットするように配置されており、複数のメモリセルのトランジスタの活性領域は、ワード線方向に隣接する強誘電体キャパシタ同士の間をビット線方向に延びており、ワード線は、活性領域の上に形成され相対的に広い幅を有するゲート電極部と、強誘電体キャパシタのビット線方向に形成され相対的に狭い幅を有する配線部とを有している。

第6の強誘電体メモリによると、ワード線は、活性領域の上に形成され相対的に広い幅を有するゲート電極部と、強誘電体キャパシタのビット線方向に形成され相対的に狭い幅を有する配線部とを有しているため、トランジスタのゲート長を第2の従来例のトランジスタのゲート長と同一寸法に設定しても、ワード線のゲート電極部及び配線部はいずれも、ワード線方向に延びるプレート線の領域から外側にはみ出さないように形成することができる。このため、第2の従来例に比べて、メモリセルのビット線方向の長さを小さくすることができるので、メモリセルの面積ひいてはメモリセルアレイの面積を低減することができる。

前記第2の目的を達成するため、本発明に係る第7の強誘電体メモリは、トランジスタ及び強誘電体キャパシタを有する複数のメモリセルがマトリックス状に配置されてなる強誘電体メモリを対象とし、複数のメモリセルのうちワード線方向に隣接する一対のメモリセルの強誘電体キャパシタはビット線方向にオフセットするように配置されており、プレート線は一対のメモリセルの強誘電体キャパシタに対して共通に設けられており、ワード線は、一対のメモリセルのトランジ

、スタに対して共通に設けられていると共に、一対のメモリセルの強誘電体キャパシタ同士に形成されている。

第7の強誘電体メモリによると、プレート線及びワード線が一対のメモリセルの強誘電体キャパシタに対して共通に設けられていると共に、ワード線が一対のメモリセルの強誘電体キャパシタ同士に形成されているため、トランジスタのゲート長を第2の従来例のトランジスタのゲート長と同一寸法に設定しても、第2の従来例に比べて、メモリセルのビット線方向の長さを小さくすることができる、メモリセルの面積ひいてはメモリセルアレイの面積を低減することができる。

第7の強誘電体メモリにおいて、ワード線の線幅は、一対のメモリセルの強誘電体キャパシタ同士の間隔と同程度の大きさ以下に設定されていることが好ましい。

このようにすると、メモリセルのビット線方向の長さを一層小さくすることができるので、メモリセルの面積ひいてはメモリセルアレイの面積を一層低減することができる。

前記第2の目的を達成するため、本発明に係る第8の強誘電体メモリは、トランジスタ及び強誘電体キャパシタを有する複数のメモリセルがマトリックス状に配置されてなる強誘電体メモリを対象とし、複数のメモリセルのうちワード線方向に隣接する一対のメモリセルの強誘電体キャパシタはビット線方向にオフセットするように配置されており、一対のメモリセルのうちの一方のメモリセルのトランジスタの活性領域は、一対のメモリセルのうちの他方のメモリセルの強誘電体キャパシタ同士の間を他方の強誘電体メモリセルのプレート線と交差してビット線方向に延びており、一方のメモリセルのトランジスタに対して第1のワード線が設けられていると共に、他方のメモリセルのトランジスタに対して第2のワード線が設けられており、第2のワード線は、一方のメモリセルのトランジスタの活性領域と交差する領域においては、該活性領域をオフ状態にさせることがない程度に狭い幅に形成されている。

第8の強誘電体メモリによると、第2のワード線は、一方のメモリセルのトランジスタの活性領域と交差する領域においては、該活性領域をオフ状態にさせる

、ことがない程度に狭い幅に形成されているため、トランジスタのゲート長を第2の従来例のトランジスタのゲート長と同一寸法に設定しても、第2の従来例に比べて、メモリセルのビット線方向の長さを小さくすることができるので、メモリセルの面積ひいてはメモリセルアレイの面積を低減することができる。

前記第2の目的を達成するため、本発明に係る第9の強誘電体メモリは、トランジスタ及び強誘電体キャパシタを有する複数のメモリセルがマトリックス状に配置されてなる強誘電体メモリを対象とし、ビット線は、複数のメモリセルのうちワード線方向に隣接する一対のメモリセルの強誘電体キャパシタ同士の間をビット線方向に延びる活性領域からなると共に、複数のメモリセルのトランジスタの活性領域と一体に形成されており、ワード線は、ビット線の上に形成されビット線をオフ状態にさせることがない狭い幅の配線部と、トランジスタの活性領域の上に形成され配線部よりも幅が広いゲート電極部とを有している。

第9の強誘電体メモリによると、ワード線は、ビット線の上に形成されビット線をオフ状態にさせることがない狭い幅の配線部と、トランジスタの活性領域の上に形成され配線部よりも幅が広いゲート電極部とを有しているため、トランジスタのゲート長を第2の従来例のトランジスタのゲート長と同一寸法に設定しても、第2の従来例に比べて、メモリセルのビット線方向の長さを小さくすることができるので、メモリセルの面積ひいてはメモリセルアレイの面積を低減することができる。

【図面の説明】

図1は第1の実施形態に係る強誘電体メモリのレイアウト図である。

図2は第1の実施形態に係る強誘電体メモリのレイアウト図である。

図3は第1の実施形態に係る強誘電体メモリの断面図であって、図1及び図2におけるA-A線の断面図である。

図4は第1の実施形態の変形例に係る強誘電体メモリのレイアウト図である。

図5は第2の実施形態に係る強誘電体メモリのレイアウト図である。

図6は第2の実施形態に係る強誘電体メモリのレイアウト図である。

図7は第3の実施形態に係る強誘電体メモリのレイアウト図である。

図8は第3の実施形態に係る強誘電体メモリのレイアウト図である。

図 9 は第 4 の実施形態に係る強誘電体メモリのレイアウト図である。

図 10 は第 4 の実施形態に係る強誘電体メモリのレイアウト図である。

図 11 は第 4 の実施形態の変形例に係る強誘電体メモリのレイアウト図である。

図 12 は第 5 の実施形態に係る強誘電体メモリのレイアウト図である。

図 13 は第 5 の実施形態に係る強誘電体メモリのレイアウト図である。

図 14 は第 5 の実施形態に係る強誘電体メモリの断面図であって、図 13 及び図 14 における B-B 線の断面図である。

図 15 は第 6 の実施形態に係る強誘電体メモリのレイアウト図である。

図 16 は第 6 の実施形態に係る強誘電体メモリのレイアウト図である。

図 17 は第 6 の実施形態に係る強誘電体メモリのレイアウト図である。

図 18 は第 7 の実施形態に係る強誘電体メモリのレイアウト図である。

図 19 は第 7 の実施形態に係る強誘電体メモリのレイアウト図である。

図 20 は第 8 の実施形態に係る強誘電体メモリのレイアウト図である。

図 21 は第 8 の実施形態に係る強誘電体メモリのレイアウト図である。

図 22 は第 9 の実施形態に係る強誘電体メモリのレイアウト図である。

図 23 は第 9 の実施形態に係る強誘電体メモリのレイアウト図である。

図 24 は第 9 の実施形態に係る強誘電体メモリの断面図であって、図 22 及び図 23 における C-C 線の断面図である。

図 25 は第 1 及び第 2 の従来例並びに第 1 ~ 第 9 の実施形態に係る強誘電体メモリの回路構成を示す図である。

図 26 は第 1 の従来例に係る強誘電体メモリのレイアウト図である。

図 27 は第 1 の従来例に係る強誘電体メモリのレイアウト図である。

図 28 は第 1 の従来例に係る強誘電体メモリの断面図であって、図 26 及び図 27 における D-D 線の断面図である。

図 29 は第 2 の従来例に係る強誘電体メモリのレイアウト図である。

図 30 は第 2 の従来例に係る強誘電体メモリのレイアウト図である。

図 31 は第 2 の従来例に係る強誘電体メモリの断面図であって、図 29 及び図 30 における E-E 線の断面図である。

【発明の実施の形態】

(第1の実施形態)

以下、第1の実施形態に係る強誘電体メモリについて、図1、図2及び図3を参照しながら説明する。

図1及び図2は第1の実施形態に係る強誘電体メモリセルアレイのレイアウトを示し、図3は図1及び図2におけるA-A線の断面構造を示している。尚、図2は、図1に示すレイアウトから、活性領域、ワード線、ビット線コンタクト及びストレージノードコンタクトのみを抜き出して示している。

図1、図2及び図3において、101a、101b、101c、101dは強誘電体キャパシタの上部電極からなるプレート線を示し、102a、102b、102c、102dは多結晶シリコンよりなりアクセストランジスタのゲート電極からなるワード線を示し、103a、103b、103c、103dはアルミニウム配線からなるビット線を示し、104a、104b、104c、104dは強誘電体キャパシタの下部電極からなる強誘電体メモリセルのストレージノードを示し、108は1トランジスタ1キャパシタ型の1ビットの強誘電体メモリセルを示し、109は強誘電体メモリセル108を構成するトランジスタを示している。また、105aはストレージノード104aとトランジスタ109の活性領域106とを接続するストレージノードコンタクトを示し、107は、ビット線103aとトランジスタ109の活性領域106とを接続するビット線コンタクトを示している。

また、図1において、b1は、ストレージノード104a～104dを含むプレート線101a～101dの線幅を示し、c1は、ビット線コンタクト107を介することなく隣接するプレート線101b、101c間の距離である第1のプレート線間距離を示し、c2はビット線コンタクト107を介して隣接するプレート線101a、101b間の距離である第2のプレート線間距離を示している。

図1に示すように、プレート線101a～101dは、ワード線方向に隣接する強誘電体メモリセル108のストレージノード104a～104dの上をワード線方向(図1における左右方向)に延びている。

ビット線103a～103dは、ワード線方向に隣接する強誘電体メモリセルのストレージノード104a～104d同士の間をビット線方向（図1における上下方向）に延びている。

ビット線コンタクト107は、ビット線103aの下で且つビット線方向に隣接するプレート線（101a、101b）同士の間に配置されている。

プレート線101aにおけるビット線コンタクト107の近傍部には切り欠き部が形成されており、これによって、プレート線101aの側端とビット線コンタクト107との間には所定の間隔が確保されている。

ワード線102aは、ストレージノードコンタクト105とビット線コンタクト107との間を折れ曲がりながらジグザグ状に延びている。

トランジスタ109の活性領域106は、ビット線方向に隣接する一対のストレージノードコンタクト105a、105bと、該一対のストレージノードコンタクト105a、105bに隣接するビット線コンタクト107とを結ぶようにL字状に形成されており、これによって、トランジスタ109の活性領域106は、ワード線方向と交差し且つビット線方向と交差するように延びている。

第1の実施形態においては、第2のプレート線間距離c2は、第1のプレート線間距離c1と等しく設定されている。

このため、強誘電体メモリセル108のビット線方向の長さL1は、

$L_1 = b_1 + c_1$ で与えられる。

また、第1の従来例では、強誘電体メモリセル18のビット線方向の長さL1は、 $L_{11} = a_1 / 2 + b_1 + c_1 / 2$ で与えられているので、

第1の従来例と第1の実施形態とでは、強誘電体メモリセルのビット線方向の長さの差 $L_{11} - L_1$ は、 $L_{11} - L_1 = (a_1 - c_1) / 2$ で与えられる。

前述のように、 $a_1 > c_1$ の関係があるので、 $L_{11} > L_1$ の関係が成り立つ。

従って、第1の実施形態における強誘電体メモリセル108の面積は、第1の従来例における強誘電体メモリセル18の面積よりも小さくなる。

（第1の実施形態の変形例）

図4は、第1の実施形態の変形例に係る強誘電体メモリセルアレイのレイアウト

トを示している。

第1の実施形態においては、トランジスタ109の活性領域106は、ビット線方向に隣接する一对のストレージノードコンタクト105a, 105bと、該一对のストレージノードコンタクト105a, 105bに隣接するビット線コンタクト107とを結ぶようにL字状に形成されていたが、変形例においては、トランジスタ109の活性領域106は、ビット線方向及びワード線方向にそれぞれ隣接する、つまり斜め方向に位置する一对のストレージノードコンタクト105a, 105bと、該一对のストレージノードコンタクト105a, 105b同士の間に位置するビット線コンタクト107とを結ぶように直線状に形成されており、これによって、トランジスタ109の活性領域106は、ワード線方向と交差し且つビット線方向と交差するように延びている。

(第2の実施形態)

以下、第2の実施形態に係る強誘電体メモリについて、図5及び図6を参照しながら説明する。

図5及び図6は第2の実施形態に係る強誘電体メモリセルアレイのレイアウトを示している。尚、図6は、図5に示すレイアウトから、活性領域、ワード線、ビット線コンタクト及びストレージノードコンタクトのみを抜き出して示している。

図5及び図6において、201a、201bは強誘電体キャパシタの上部電極からなるプレート線を示し、202a、202bは多結晶シリコンよりなりアクセストランジスタのゲート電極からなるワード線を示し、203a、203b、203c、203d、203e、203f、203g、203hはアルミニウム配線からなるビット線を示し、204a、204b、204c、204d、204e、204f、204g、204hは強誘電体キャパシタの下部電極からなる強誘電体メモリセルのストレージノードを示し、208は1トランジスタ1キャパシタ型の1ビットの強誘電体メモリセルを示し、209a、209bは強誘電体メモリセル208を構成するトランジスタを示している。また、205はストレージノード204a～204hとトランジスタ209a、209bの活性領域206とを接続するストレージノードコンタクトを示し、207は、ビット線2

、03a～203hとトランジスタ209a、209bの活性領域206とを接続するビット線コンタクトを示している。

また、図5において、a1は、ビット線コンタクト207を介して隣接するプレート線201a、201b間の距離を示し、b1は第1の従来例におけるストレージノードを含むプレート線12a、12bの線幅を示し、b2は2行分のストレージノード204a～204hを含むプレート線201a、202bの線幅を示し、c1はビット線方向に隣接する一対のストレージノード（204a、204b）、（204c、204d）、（204e、204f）、（204g、204h）同士の距離を示している。

図5に示すように、ワード線方向に隣接する一対の強誘電体メモリセル208の強誘電体キャパシタのストレージノード（204a、204b）、（204c、204d）、（204e、204f）、（204g、204h）はビット線方向にオフセットするように配置されている。

尚、強誘電体メモリセル208のワード線方向の長さは、第1の従来例に係る強誘電体メモリセル18のワード線方向の長さの1/2に設定されている。

プレート線201a、201bは、ビット線方向にオフセットする一対のメモリセルの強誘電体キャパシタのストレージノード204a～204hに対して共通に設けられている。

ワード線202a、202bは、ビット線方向にオフセットするように配置された強誘電体キャパシタの各ストレージノード204a～204hと対応するトランジスタ209a、209bに対して共通に設けられている。

ビット線203a～203hは、各ストレージノード204a～204hの上を個別に延びている。

ビット線コンタクト207は、各ビット線203a～203hの下で且つビット線方向に隣接するプレート線201a、201b同士の間に配置されている。

ところで、プレート線201a、202bと、ストレージノード204a～204hとは同じ材料からなるため、加工可能な最小間隔は等しくなるので、ビット線方向に隣接する一対のストレージノード（204a、204b）、（204c、204d）、（204e、204f）、（204g、204h）同士の距離

C 1は、第1の従来例における第2のプレート線間距離C 1と等しくなる。

第2の実施形態においては、2行分のストレージノード204a～204hを含むプレート線201a、202bの線幅b 2は、 $b_2 < 2b_1 + c_1$ の関係を満たす。

従って、強誘電体メモリセル208のビット線方向の長さL 2は、

$$L_2 = a_1/2 + b_2 + c_1/2$$

$$< a_1/2 + 2b_1 + c_1 + c_1/2 \text{ の関係を満たす。}$$

第2の実施形態に係る強誘電体メモリセル208のワード線方向の長さは、第1の従来例に係る強誘電体メモリセル18のワード線方向の長さW11の $1/2$ であるから、第2の実施形態に係る強誘電体メモリセル208の面積S 2は、

$$S_2 = (a_1/2 + b_2 + c_1/2) \times W11/2$$

$$< (a_1/2 + 2b_1 + c_1 + c_1/2) \times W11/2$$

$$< (a_1/2 + b_1 + c_1/2) \times W11 - (a_1 - c_1) \times W11/4$$

の関係を満たす。

前述のように、第1の従来例に係る強誘電体メモリセル18の面積S 11は、

$S_{11} = (a_1/2 + b_1 + c_1/2) \times W11$ であると共に、 $(a_1 - c_1)$ は正の値であるから、第2の実施形態に係る強誘電体メモリセル208の面積S 2は、第1の従来例に係る強誘電体メモリセル18の面積S 11よりも小さくなる。

(第3の実施形態)

以下、第3の実施形態に係る強誘電体メモリについて、図7及び図8を参照しながら説明する。

図7及び図8は第3の実施形態に係る強誘電体メモリセルアレイのレイアウトを示している。尚、図8は、図7に示すレイアウトから、活性領域、ワード線、ビット線コンタクト及びストレージノードコンタクトのみを抜き出して示している。

図7及び図8において、301a、301b、301c、301dは強誘電体キャパシタの上部電極からなるプレート線を示し、302a、302bは多結晶シリコンよりなりアクセストランジスタのゲート電極からなるワード線を示し、

303a、303b、303c、303d、303e、303f、303g、303hはアルミニウム配線からなるビット線を示し、304a、304b、304c、304d、304e、304f、304g、304hは強誘電体キャパシタの下部電極からなる強誘電体メモリセルのストレージノードを示し、308は1トランジスタ1キャパシタ型の1ビットの強誘電体メモリセルを示し、309a、309bは強誘電体メモリセル308を構成するトランジスタを示している。また、305はストレージノード304a～304hとトランジスタ309a、309bの活性領域306とを接続するストレージノードコンタクトを示し、307は、ビット線303a～303hとトランジスタ309a、309bの活性領域306とを接続するビット線コンタクトを示している。

図7において、a1は、ビット線コンタクト307を介して隣接するプレート線301b、301c間の距離である第1のプレート線間距離を示し、b1は、ストレージノード304a～304hを含むプレート線301a～301dの線幅を示し、c1は、ビット線コンタクト307を介することなく隣接するプレート線301a、301b間の距離である第2のプレート線間距離を示している。

図7に示すように、ワード線方向に隣接する一対の強誘電体メモリセル308の強誘電体キャパシタのストレージノード(304a、304b)、(304c、304d)、(304e、304f)、(304g、304h)はビット線方向にオフセットするように配置されている。

尚、強誘電体メモリセル308のワード線方向の長さは、第1の従来例に係る強誘電体メモリセル18のワード線方向の長さの1/2に設定されている。

ワード線302a、302bは、ビット線方向にオフセットするように配置された一対の強誘電体キャパシタの各ストレージノード304a～304hと対応するトランジスタ309a、309bに対して共通に設けられている。

プレート線301a、301bは、ワード線方向の同一線上に位置する強誘電体キャパシタのストレージノード(304a、304c、304e、304g)、(304b、304d、304f、304h)に対して個別に設けられている。すなわち、1本のワード線302a、302bに対して、2本のプレート線301a、301bが設けられている。

第3の実施形態においては、強誘電体メモリセル308のビット線方向の長さL3は、 $L3 = (a1/2) + 2b1 + c1 + (c1/2)$ の関係を満たす。

第3の実施形態に係る強誘電体メモリセル308のワード線方向の長さは、第1の従来例に係る強誘電体メモリセル18のワード線方向の長さW11の1/2であるから、第3の実施形態に係る強誘電体メモリセル308の面積S3は、

$$S3 = (a1/2 + 2b1 + c1 + c1/2) \times W11/2 \\ < (a1/2 + b1 + c1/2) \times W11 - (a1 - c1) \times W11/4$$

の関係を満たす。

前述のように、第1の従来例に係る強誘電体メモリセル18の面積S11は、

$S11 = (a1/2 + b1 + c1/2) \times W11$ であると共に、 $(a1 - c1)$ は正の値であるから、第3の実施形態に係る強誘電体メモリセル308の面積S3は、第1の従来例に係る強誘電体メモリセル18の面積S11よりも小さくなる。

また、第3の実施形態においては、強誘電体メモリセル308のデータを読み書きする際には、プレート線301aのみが駆動されるため、ワード線302aを介してプレート線301aと接続されるのは、ビット線303a、303b、303c、303dであって、これらのビット線303a、303b、303c、303dは互いに隣接していない。また、例えばビット線303aと、該ビット線303aに隣接するビット線303eとはプレート線を共用しない。従って、ノイズによる誤動作は発生しない。

(第4の実施形態)

以下、第4の実施形態に係る強誘電体メモリについて、図9及び図10を参照しながら説明する。

図9及び図10は第4の実施形態に係る強誘電体メモリセルアレイのレイアウトを示している。尚、図10は、図9に示すレイアウトから、活性領域、ワード線、ビット線コンタクト及びストレージノードコンタクトのみを抜き出して示している。

図9及び図10において、401は強誘電体キャパシタの上部電極からなるプレート線を示し、402a、402bは多結晶シリコンよりなりアクセストラン

ジスタのゲート電極からなるワード線を示し、403a、403b、403c、403d、403e、403f、403g、403hはアルミニウム配線からなるビット線を示し、404a、404b、404c、404d、404e、404f、404g、404hは強誘電体キャパシタの下部電極からなる強誘電体メモリセルのストレージノードを示し、408は1トランジスタ1キャパシタ型の1ビットの強誘電体メモリセルを示し、409は強誘電体メモリセル408を構成するトランジスタを示している。また、405はストレージノード404a～404hとトランジスタ409の活性領域406とを接続するストレージノードコンタクトを示し、407は、ビット線403a～403hとトランジスタ409の活性領域406とを接続するビット線コンタクトを示している。

また、図9において、a1はビット線コンタクト407を介して隣接するプレート線401間の距離を示し、b1は第1の従来例におけるストレージノードを含むプレート線11a、11bの線幅を示し、b2は2行分のストレージノード404a～404hを含むプレート線401a、402bの線幅を示し、c1はビット線方向に隣接する一対のストレージノード(404a、404b)、(404c、404d)、(404e、404f)、(404g、404h)同士の距離を示している。

図9に示すように、ワード線方向に隣接する一対の強誘電体メモリセル408の強誘電体キャパシタのストレージノード(404a、404b)、(404c、404d)、(404e、404f)、(404g、404h)はビット線方向にオフセットするように配置されている。

尚、強誘電体メモリセル408のワード線方向の長さは、第1の従来例に係る強誘電体メモリセル18のワード線方向の長さの1/2に設定されている。

プレート線401は、ビット線方向にオフセットする一対のメモリセルの強誘電体キャパシタのストレージノード404a～404hに対して共通に設けられている。

ワード線402a、402bは、ワード線方向の同一線上に位置する強誘電体キャパシタのストレージノード(404a、404c、404e、404g)、(404b、404d、404f、404h)に対して個別に設けられている。

すなわち、2本のワード線402a、402bに対して、1本のプレート線401が設けられている。

ビット線403a～403hは、各ストレージノード404a～404hの上を個別に延びている。

ビット線コンタクト407は、各ビット線403a～403hの下で且つビット線方向に隣接するプレート線401同士の間に配置されている。

ところで、プレート線401とストレージノード404a～404hとは同じ材料からなるため、加工可能な最小間隔は等しくなるので、ビット線方向に隣接する一対のストレージノード(404a、404b)、(404c、404d)、(404e、404f)、(404g、404h)同士の距離C1は、第1の従来例における第2のプレート線間距離C1と等しくなる。

第4の実施形態においては、2行分のストレージノード404a～404hを含むプレート線401の線幅b2は、 $b2 < 2b1 + c1$ の関係を満たす。

第4の実施形態に係る強誘電体メモリセル408のビット線方向の長さL4は、 $L4 = a1 + b2 < a1 + 2b1 + c1$ の関係を満たす。

第4の実施形態に係る強誘電体メモリセル408のワード線方向の長さは、第1の従来例に係る強誘電体メモリセル18のワード線方向の長さW11の1/2であると共に、前述のように、第1の従来例に係る強誘電体メモリセル18の面積S11は、 $S11 = (a1/2 + b1 + c1/2) \times W11$ であるから、第4の実施形態に係る強誘電体メモリセル408の面積S4は、

$$\begin{aligned} S4 &= (a1 + 2b1) \times W11/2 \\ &< (a1 + 2b1 + c1) \times W11/2 \\ &< (a1/2 + b1 + c1/2) \times W11 = S11 \end{aligned}$$

の関係を満たす。

従って、第4の実施形態に係る強誘電体メモリセル408の面積S4は、第1の従来例に係る強誘電体メモリセル18の面積S11よりも小さくなる。

(第4の実施形態の変形例)

図11は、第1の実施形態の変形例に係る強誘電体メモリセルアレイのレイアウトを示している。

該変形例においては、第1の実施形態と同様に、プレート線401におけるビ

、 ット線コンタクト 407 の近傍部には切り欠き部が形成されており、ワード線 402a、402b は、ストレージノードコンタクト 405 とビット線コンタクト 407 との間を折れ曲がりながらジグザグ状に延びており、活性領域 406 は、ビット線方向に隣接する一対のストレージノードコンタクト 405 と、該一対のストレージノードコンタクト 405 に隣接するビット線コンタクト 407 とを結ぶように L 字状に形成されている。

（第 5 の実施形態）

以下、第 5 の実施形態に係る強誘電体メモリについて、図 12、図 13 及び図 14 を参照しながら説明する。

図 12 及び図 13 は第 4 の実施形態に係る強誘電体メモリセルアレイのレイアウトを示し、図 14 は図 12 及び図 13 における B-B 線の断面構造を示している。尚、図 13 は、図 12 に示すレイアウトから、活性領域、ワード線、ビット線コンタクト及びストレージノードコンタクトのみを抜き出して示している。

図 12、図 13 及び図 14 において、501a、501b、501c、501d は強誘電体キャパシタの上部電極からなるプレート線を示し、502a、502b、502c、502d は多結晶シリコンよりなりアクセストランジスタのゲート電極からなるワード線を示し、503a、503b、503c、503d はアルミニウム配線からなるビット線を示し、504a、504b、504c、504d は強誘電体キャパシタの下部電極からなる強誘電体メモリセルのストレージノードを示し、508 は 1 トランジスタ 1 キャパシタ型の 1 ビットの強誘電体メモリセルを示し、509 は強誘電体メモリセル 508 を構成するトランジスタを示している。また、505 はストレージノード 504a～504d とトランジスタ 509 の活性領域 506 とを接続するストレージノードコンタクトを示し、507 はビット線 503a～503d とトランジスタ 509 の活性領域 506 とを接続するビット線コンタクトを示している。

また、図 12 において、a1 は、ビット線コンタクト 507 を介して隣接するプレート線 501a、501b 間の第 1 のプレート線間距離を示し、b1 は、ストレージノード 504a～504d を含むプレート線 501a～501d の線幅を示し、c1 は、ビット線コンタクト 507 を介することなく隣接するブ

レート線 501b、501c 間の距離である第 2 のプレート線間距離を示している。

図 12 に示すように、プレート線 501a～501d は、ワード線方向に隣接する強誘電体メモリセルのストレージノード 504a～504d の上をワード線方向に延びている。

ビット線 503a～503d は、ワード線方向に隣接する強誘電体メモリセルのストレージノード 504a～504d 同士の間を延びている。

ビット線コンタクト 507 は、ビット線 503a～503d の下で且つビット線方向に隣接するプレート線 (501a、501b)、(501c、501d) 同士の間に配置されている。

トランジスタ 509a、509b の活性領域 506 は、ビット線方向に隣接する一対のストレージノードコンタクト 505a、505b から互いに互いに離れるように延びた後、ビット線 503a の方に折れ曲がり、その後、ビット線 503a の下側つまりストレージノード同士の間をビット線方向に延びている。

ワード線 502a～502d は、活性領域 506 におけるストレージノード 504a～504d 同士の間をビット線方向に延びる領域の上に形成され相対的に広い幅を有するゲート電極部と、ストレージノード 504a～504d の近傍に形成され相対的に狭い幅を有する配線部とを有している。

ところで、第 5 の実施形態においては、ワード線 502a～502d は、活性領域 506 におけるストレージノード 504a～504d 同士の間をビット線方向に延びる領域の上に形成され相対的に広い幅を有するゲート電極部と、ストレージノード 504a～504d の近傍に形成され相対的に狭い幅を有する配線部とを有しているため、トランジスタ 509 のゲート長を第 2 の従来例のトランジスタ 29 のゲート長と同一寸法に設定しても、ワード線 502a～502d をプレート線 501a～501d からはみ出さないように形成することができる。

第 5 の実施形態に係る強誘電体メモリセル 508 のビット線方向の長さ L_5 は、 $L_5 = a_1/2 + b_1 + c_1/2$ で与えられる。

一方、第 2 の従来例に係る強誘電体メモリセル 28 のビット線方向の長さ L_1 は、 $L_1 = d + e + f + b_1/2 + c_1/2$ で与えられる。

従って、 $L_{12} - L_5 = (d + e + f) - (a_1/2 + b_1/2)$ が成り立つ

ところで、第2の従来例の課題の項において説明したように、

$d + e + f = a_2/2 + b_1/2 > a_1/2 + b_1/2$ の関係があるので、

$L_{12} > L_5$ となる。

従って、第5の実施形態に係る強誘電体メモリセル508の面積を、第2の従来例に係る強誘電体メモリセル28の面積よりも小さくすることができる。

この場合、トランジスタ509のゲート長 (=e) が大きくなればなるほど、第5の実施形態に係る強誘電体メモリセル508の面積と、第2の従来例に係る強誘電体メモリセル28の面積との差は大きくなる。

(第6の実施形態)

以下、第6の実施形態に係る強誘電体メモリについて、図15、図16及び図17を参照しながら説明する。

図15～図17は第6の実施形態に係る強誘電体メモリセルアレイのレイアウトを示している。尚、図16は図15に示すレイアウトから、プレート線、ワード線、ビット線、ストレージノード及びビット線コンタクトのみを抜き出して示しており、図17は、図15に示すレイアウトから、活性領域、ワード線、ビット線コンタクト及びストレージノードコンタクトのみを抜き出して示している。

図15～図17において、601a、601b、601c、601dは強誘電体キャパシタの上部電極からなるプレート線を示し、602a、602b、602c、602dは多結晶シリコンよりなりアクセストランジスタのゲート電極からなるワード線を示し、603a、603b、603c、603dはアルミニウム配線からなるビット線を示し、604a、604b、604c、604dは強誘電体キャパシタの下部電極からなる強誘電体メモリセルのストレージノードを示し、608は1トランジスタ1キャパシタ型の1ビットの強誘電体メモリセルを示し、609は強誘電体メモリセル608を構成するトランジスタを示している。また、605はストレージノード604aとトランジスタ609の活性領域606とを接続するストレージノードコンタクトを示し、607は、ビット線603aとトランジスタ609の活性領域606とを接続するビット線コンタクト

、を示している。

図15及び図16において、a1は、ビット線コンタクト607を介して隣接するプレート線(601a、601b)、(601c、601d)間の距離である第1のプレート線間距離を示し、b1は、ストレージノード604a～604dを含むプレート線601a～601dの線幅を示し、c1は、ビット線コンタクト607を介すことなく隣接するプレート線601b、601c間の距離である第2のプレート線間距離を示している。

図15に示すように、ビット線コンタクト607を介してビット線方向に隣接する強誘電体メモリセル（608aと608b）の強誘電体キャパシタのストレージノード（第1行目のストレージノード604aと第4行目のストレージノード604e）同士はワード線方向にオフセットしないように（ビット線方向の同一線上に位置するように）配置されている一方、ビット線コンタクト607を介すことなく同一のビット線を共有し且つ隣接する強誘電体メモリセル（608aと608c、又は608bと608d）の強誘電体キャパシタのストレージノード（第1行目のストレージノード604aと第2行目のストレージノード604f、又は第3行目のストレージノード604gと第4行目のストレージノード608b）同士はワード線方向にオフセットするように配置されている。

尚、強誘電体メモリセル 608 のワード線方向の長さは、第 2 の従来例に係る強誘電体メモリセル 28 のワード線方向の長さの $1/2$ に設定されている。

ビット線 603a は、ビット線方向に延びた後、ビット線コンタクト 607 を介すことなく同一のビット線を共有し且つ隣接する強誘電体メモリセル（608a と 608c）の間をワード線方向に折れ曲がり、その後、ビット線コンタクト 607 を介してビット線方向に隣接するメモリセル（608a と 608b）の強誘電体キャパシタのストレージノード（第1行目のストレージノード 604a と第4行目のストレージノード 608b）の間をビット線方向に延びた後、ビット線コンタクト 607 を介すことなく同一のビット線を共有し且つ隣接するメモリセル（608b と 608d）の強誘電体キャパシタのストレージノード（第3行目のストレージノード 604g と第4行目のストレージノード 608b）の間をワード線方向に折れ曲がり、その後、ビット線方向に延びている。

活性領域 606 は、ビット線コンタクト 607 を共有し且つワード線方向にオフセットすることなく配置された 1 組のストレージノード（第 1 行目及び第 4 行目のストレージノード）同士の間を延びている。

従って、プレート線 601a を駆動するときにはワード線 602b を動作させる一方、プレート線 601b を駆動するときにはワード線 602a を動作させる。

ワード線 602a～602d は、活性領域 606 の上に形成され相対的に広い幅を有するゲート電極部と、ストレージノード 604a～604d の近傍に形成され相対的に狭い幅を有する配線部とを有している。

第 6 の実施形態においては、ワード線 602b は、活性領域 606 の上に形成され相対的に広い幅を有するゲート電極部と、ストレージノード 604a～604d の近傍に形成され相対的に狭い幅を有する配線部とを有しているため、活性領域 606 上のみにおいてトランジスタ 609 のゲート長を第 2 の従来例のトランジスタ 29 のゲート長と同一寸法に設定することができる。

第 6 の実施形態に係る強誘電体メモリセル 608 のビット線方向の長さ L_6 は、 $L_6 = a_1 + 2b_1 + c_1$ で与えられる。

第 6 の実施形態に係る強誘電体メモリセル 608 のワード線方向の長さは、第 2 の従来例に係る強誘電体メモリセル 28 のワード線方向の長さ W_{12} の $1/2$ であるから、第 6 の実施形態に係る強誘電体メモリセル 608 の面積 S_6 は、

$$\begin{aligned} S_6 &= (a_1 + 2b_1 + c_1) \times W_{12}/2 \\ &= (a_1/2 + b_1 + c_1/2) \times W_{12} \text{ で与えられる。} \end{aligned}$$

一方、第 2 の従来例に係る強誘電体メモリセル 28 の面積 S_{12} は、

$$S_{12} = (d + e + f + b_1/2 + c_1/2) \times W_{12} \text{ で与えられる。}$$

従って、 $S_{12} - S_6 = \{ (d + e + f) - (a_1/2 + b_1/2) \} \times W_{12}$ が成り立つ。

ところで、第 2 の従来例の課題の項において説明したように、

$$d + e + f = a_2/2 + b_1/2 > a_1/2 + b_1/2 \text{ の関係があるので、}$$

$$S_{12} > S_6 \text{ となる。}$$

従って、第 6 の実施形態に係る強誘電体メモリセル 608 の面積を、第 2 の従

、來例に係る強誘電体メモリセル 28 の面積よりも小さくすることができる。

この場合、トランジスタ 609 のゲート長 (=e) が大きくなればなるほど、第 6 の実施形態に係る強誘電体メモリセル 508 の面積 S6 と、第 2 の従来例に係る強誘電体メモリセル 28 の面積 S12 との差は大きくなる。

(第 7 の実施形態)

以下、第 7 の実施形態に係る強誘電体メモリについて、図 18 及び図 19 を参考しながら説明する。

図 18 及び図 19 は第 7 の実施形態に係る強誘電体メモリセルアレイのレイアウトを示している。尚、図 19 は、図 18 に示すレイアウトから、活性領域、ワード線、ビット線コンタクト及びストレージノードコンタクトのみを抜き出して示している。

図 18 及び図 19において、701 は強誘電体キャパシタの上部電極からなるプレート線を示し、702 は多結晶シリコンよりなりアクセストランジスタのゲート電極からなるワード線を示し、703a、703b、703c、703d、703e、703f、703g、703h はアルミニウム配線からなるビット線を示し、704a、704b、704c、704d、704e、704f、704g、704h は強誘電体キャパシタの下部電極からなる強誘電体メモリセルのストレージノードを示し、708 は 1トランジスタ 1キャパシタ型の 1ビットの強誘電体メモリセルを示し、709 は強説電体メモリセル 708 を構成するトランジスタを示している。また、705 はストレージノード 704a～704h とトランジスタ 709 の活性領域 706 とを接続するストレージノードコンタクトを示し、707 は、ビット線 703a～703h とトランジスタ 709 の活性領域 706 とを接続するビット線コンタクトを示している。

図 18において、a1 は、ビット線コンタクト 707 を介して隣接するプレート線 701 間の距離を示し、b1 は、第 2 の従来例におけるストレージノードを含むプレート線 21a、21b の線幅を示し、b2 は 2 行分のストレージノード 704a～704h を含むプレート線 701 の線幅を示し、c1 は、第 2 の従来例におけるビット線コンタクト 27 を介すことなく隣接するプレート線 21b、21c 間の距離を示している。

図18に示すように、プレート線701は、2行分の強誘電体キャパシタのストレージノード704a～704h（例えば、第2行目のストレージノード704a、704c、704e、704g、及び第3行目のストレージノード704b、704d、704f、704h）に対して共通に設けられている。

プレート線701を共通とする2行分の強誘電体キャパシタのストレージノード704a～704hのうち、一方の行（例えば第2行目）のストレージノード704a、704c、704e、704gと、他方の行（例えば第3行目）のストレージノード704b、704d、704f、704hとは、ビット線方向に互いにオフセットするように配置されている。

尚、強誘電体メモリセル708のワード線方向の長さは、第2の従来例に係る強誘電体メモリセル28のワード線方向の長さの1/2に設定されている。

ワード線702は、プレート線701を共通とする2行分の強誘電体キャパシタ同士の間（例えば、第2行目のストレージノード704a、704c、704e、704gと第3行目のストレージノード704b、704d、704f、704hとの間）に配置されていると共に、プレート線701を共通とする2行分の強誘電体キャパシタと対応するトランジスタ709に対して共通に設けられている。

ビット線703a～703hは、プレート線701を共通とする2行分の強誘電体キャパシタに対して個別に設けられていると共に、ビット線コンタクト707はビット線703a～703hの下側で且つプレート線701同士の間の領域に配置されている。

ところで、プレート線701とストレージノード704a～704hとは同じ材料からなるため、加工可能な最小間隔は等しくなるので、プレート線701を共通とする2行分の強誘電体キャパシタのストレージノード704a～704hのうち、一方の行（例えば第2行目）のストレージノード704a、704c、704e、704gと、他方の行（例えば第3行目）のストレージノード704b、704d、704f、704hとの距離C1は、第2の従来例における第2のプレート線間距離C1と等しくなる。

また、ワード線702の線幅、つまりトランジスタ709のゲート長は、プレ

ート線 701 を共通とする 2 行分の強誘電体キャパシタのストレージノード 704 a～704 h のうち、一方の行（例えば第 2 行目）のストレージノード 704 a、704 c、704 e、704 g と、他方の行（例えば第 3 行目）のストレージノード 704 b、704 d、704 f、704 h との距離と同程度に設定することができるから、強誘電体メモリセル 708 の面積はトランジスタ 709 のゲート長に依存しない。このため、強誘電体メモリセル 708 の面積に影響を及ぼすことなくトランジスタ 709 のゲート長を大きくすることができる。

第 7 の実施形態においては、2 行分のストレージノード 704 a～704 h を含むプレート線 701 の線幅 b2 は、 $b2 < 2b1 + c1$ の関係を満たす。

従って、第 7 の実施形態に係る強誘電体メモリセル 708 のビット線方向の長さ L7 は、 $L7 = a1 + b2 < a1 + 2b1 + c1$ で与えられる。

ところで、第 7 の実施形態に係る強誘電体メモリセル 708 のワード線方向の長さは、第 2 の従来例に係る強誘電体メモリセル 28 のワード線方向の長さ W12 の $1/2$ に設定されているため、第 2 の従来例に係る強誘電体メモリセル 28 のワード線方向の長さを W12 とし、強誘電体メモリセル 28 の面積を S12 とすると、第 7 の実施形態に係る強誘電体メモリセル 708 の面積 S7 は、

$$\begin{aligned} S7 &= (a1 + b2) \times W12 / 2 \\ &< (a1 + 2b1 + c1) \times W12 / 2 \\ &< (a1/2 + b1 + c1/2) \times W12 = S12 \end{aligned}$$

の関係を満たす。

従って、第 7 の実施形態に係る強誘電体メモリセル 708 の面積を、第 2 の従来例に係る強誘電体メモリセル 28 の面積よりも小さくすることができる。

（第 8 の実施形態）

以下、第 8 の実施形態に係る強誘電体メモリについて、図 20 及び図 21 を参考しながら説明する。

図 20 及び図 21 は第 8 の実施形態に係る強誘電体メモリセルアレイのレイアウトを示している。尚、図 21 は、図 20 に示すレイアウトから、活性領域、ワード線、ビット線コンタクト及びストレージノードコンタクトのみを抜き出して示している。

図 20 及び図 21において、801a、801b、801c、801d は強誘

電体キャパシタの上部電極からなるプレート線を示し、802a、802dは多結晶シリコンよりなりアクセストランジスタのゲート電極からなる第1のワード線を示し、802b、802cは多結晶シリコンよりなりアクセストランジスタのゲート電極からなる第2のワード線を示し、803a、803b、803c、803d、803e、803f、803g、803hはアルミニウム配線からなるビット線を示し、804a、804b、804c、804d、804e、804f、804g、804hは強誘電体キャパシタの下部電極からなる強誘電体メモリセルのストレージノードを示し、808a、808bは1トランジスタ1キャパシタ型の1ビットの強誘電体メモリセルを示し、809a、809bは強誘電体メモリセル808を構成するトランジスタを示し、810はショートチャネルトランジスタを示している。また、805a、805bはストレージノード804a、804bとトランジスタ809a、809bの活性領域806a、806bとを接続するストレージノードコンタクトを示し、807a、807bは、ビット線803a～803hとトランジスタ809a、809bの活性領域806a、806bとを接続するビット線コンタクトを示している。

図20において、a2は、ビット線コンタクト807を介して隣接するプレート線801b、801c間の距離である第1のプレート線間距離を示し、b1は、ストレージノード804a～804hを含むプレート線801a～801dの線幅を示し、c1は、ビット線コンタクト807を介することなく隣接するプレート線801a、801b間の距離である第2のプレート線間距離を示し、dは第2のワード線802bの一方の側端とビット線コンタクト807a、807bの中心との距離を示し、eは第2のワード線802bの線幅を示し、fは第2のワード線802bの他方の側端とストレージノードコンタクト805bの中心との距離を示している。尚、第1のプレート線間距離a2は、プレート線801b、801cの加工により得られる最小の距離ではない。

図20に示すように、ワード線方向に隣接する一対の強誘電体メモリセル808a、808bの強誘電体キャパシタのストレージノード804a、804bはビット線方向にオフセットするように配置されている。

尚、強誘電体メモリセル808a、808bのワード線方向の長さは、第2の

、従来例に係る強誘電体メモリセル28のワード線方向の長さの1/2に設定されている。

プレート線801a、801bは、ワード線方向に隣接する強誘電体メモリセルのストレージノード804a、804bに対して個別に設けられている。

ワード線方向に隣接する一対の強誘電体メモリセル808a、808bのうちの一方の強誘電体メモリセル808aを構成するトランジスタ809aの活性領域806aは、他方の強誘電体メモリセル808bを構成する強誘電体キャパシタのストレージノード同士の間を他方の強誘電体メモリセル808bのプレート線801bと交差してビット線方向に延びていると共に、他方の強誘電体メモリセル808bを構成するトランジスタ809bの活性領域806bは、一方の強誘電体メモリセル808aを構成するプレート線801aとは交差しない。

第1のワード線802aは、一方の強誘電体メモリセル808aを構成するトランジスタ809aと対応していると共に、第2のワード線802bは、他方の強誘電体メモリセル808bを構成するトランジスタ809bと対応している。

第2のワード線802bは、一方の強誘電体メモリセル808aを構成するトランジスタ809aの活性領域806aと交差する領域においては、該活性領域806aをオフ状態にさせることがない程度に狭い幅に形成されており、これによつて、ショートチャネルトランジスタ810が形成されている。

従つて、一方の強誘電体メモリセル808aは、通常のトランジスタ809aとショートチャネルトランジスタ810とを有している。この場合、ショートチャネルトランジスタ810のソース・ドレイン間は低インピーダンスであるので、ショートチャネルトランジスタ810が一方の強誘電体メモリセル808aの動作に与える影響は無視することができる。

また、ショートチャネルトランジスタ810を用いることにより、活性領域806aは一方の強誘電体メモリセル808aのストレージノード804aと接続されるトランジスタ809aを構成する第1のワード線802aとは異なる第2のワード線802bと交差している。

第8の実施形態に係る強誘電体メモリセル808a、808bのビット線方向の長さL8は、 $L8 = d + e + f + b1/2 + c1 + b1 + c1/2$ で与えられ

る。

第8の実施形態に係る強誘電体メモリセル808a、808bのワード線方向の長さは第2の従来例に係る強誘電体メモリセル28のワード線方向の長さW12の1/2であるから、

強誘電体メモリセル808a、808bの面積S8は、

$S8 = (d + e + f + b1/2 + c1 + b1 + c1/2) \times W12/2$ で与えられる。

$d + e + f > b1/2 + c1/2$ の関係があるから、

$$\begin{aligned} S8 &< (2d + 2e + 2f + b1 + c1) \times W12/2 \\ &< (d + e + f + b1/2 + c1/2) \times W12 \end{aligned}$$

$= S12$ (第2の従来例に係る強誘電体メモリセル28の面積) の関係が成り立つ。

従って、第8の実施形態に係る強誘電体メモリセル808a、808bの面積を、第2の従来例に係る強誘電体メモリセル28の面積よりも小さくすることができる。

(第9の実施形態)

以下、第9の実施形態に係る強誘電体メモリについて、図22、図23及び図24を参照しながら説明する。

図22及び図23は第9の実施形態に係る強誘電体メモリセルアレイのレイアウトを示し、図24は図22及び図23におけるC-C線の断面構造を示している。尚、図23は、図22に示すレイアウトから、活性領域、ワード線、ビット線コンタクト及びストレージノードコンタクトのみを抜き出して示している。

図22、図23及び図24において、901a、901b、901c、901dは強誘電体キャパシタの上部電極からなるプレート線を示し、902a、902b、902cは多結晶シリコンよりなりアクセストランジスタのゲート電極からなるワード線を示し、903a、903b、903c、903dは活性領域からなるビット線を示し、904a、904b、904c、904dは強誘電体キャパシタの下部電極からなる強誘電体メモリセルのストレージノードを示し、908は1トランジスタ1キャパシタ型の1ビットの強誘電体メモリセルを示し、

909は強誘電体メモリセル908を構成するトランジスタを示している。また、905はストレージノード904a～904dと活性領域からなるビット線903a～903dとを接続するストレージノードコンタクトを示している。

図22において、b1は、ストレージノード904a～904dを含むプレート線901a～901dの線幅を示し、c1はビット線コンタクトを介することなく隣接するプレート線901a、901b間の距離を示している。

ビット線は、ビット線方向に並ぶ強誘電体メモリセル908のトランジスタ909の活性領域と一体に形成されていると共に、ワード線方向に隣接する一対の強誘電体メモリセル908の強誘電体キャパシタのストレージノード904a～904d同士の間をビット線方向に延びている。

ワード線902a～902cは、ワード線方向に並ぶ強誘電体メモリセル908のトランジスタ909に共通に設けられている。また、ワード線902a～902cは、ビット線903a～903dの上において該ビット線903a～903dをオフ状態にさせることができない狭い幅の配線部を有していると共に、トランジスタ909の活性領域の上に形成され、狭い幅を持つ配線部よりも幅が広いゲート電極部とを有している。

第9の実施形態においては、ビット線903a～903dは活性領域からなるため、アルミニウム配線からなるビット線を有している場合とは異なり、ビット線と活性領域とを接続するビット線コンタクトは不要である。

第9の実施形態に係る強誘電体メモリセル908のビット線方向の長さL9は、 $L9 = b1 + c1$ で与えられる。

$d + e + f > c1/2 + b1/2$ の関係があるから、

$$L9 = (b1/2 + c1/2) + (b1/2 + c1/2)$$

$$< d + e + f + (b1/2 + c1/2)$$

$= L12$ (第2の従来例に係る強誘電体メモリセル28のビット線方向の長さ) の関係が成り立つ。

従って、第9の実施形態に係る強誘電体メモリセル908の面積を、第2の従来例に係る強誘電体メモリセル28の面積よりも小さくすることができる。

【請求の範囲】

1. トランジスタ及び強誘電体キャパシタを有する複数のメモリセルがマトリックス状に配置されてなる強誘電体メモリであって、

プレート線は、前記複数のメモリセルのうちワード線方向に隣接するメモリセルの前記強誘電体キャパシタの上をワード線方向に延びており、

ビット線と前記トランジスタの活性領域とを接続するビット線コンタクトは、ビット線方向に隣接する前記プレート線同士の間で且つワード線方向に隣接する前記強誘電体キャパシタ同士の間の領域に配置されており、

前記プレート線における前記ビット線コンタクトの近傍部には切り欠き部が形成されており、

前記複数のメモリセルの前記トランジスタの活性領域は、ワード線方向と交差し且つビット線方向と交差するように延びている。

2. トランジスタ及び強誘電体キャパシタを有する複数のメモリセルがマトリックス状に配置されてなる強誘電体メモリであって、

前記複数のメモリセルのうちワード線方向に隣接する1組のメモリセルの前記強誘電体キャパシタはビット線方向に互いにオフセットするように配置されており、

ワード線は、前記1組のメモリセルの前記トランジスタに対して共通に設けられており、

プレート線は、前記1組のメモリセルの前記強誘電体キャパシタに対して共通に設けられており、

ビット線と前記トランジスタの活性領域とを接続するビット線コンタクトは、ビット線方向に隣接する前記プレート線同士の間に配置されている。

3. トランジスタ及び強誘電体キャパシタを有する複数のメモリセルがマトリックス状に配置されてなる強誘電体メモリであって、

前記複数のメモリセルのうちワード線方向に隣接する1組のメモリセルの前記強誘電体キャパシタはビット線方向に互いにオフセットするように配置されており、

ワード線は、前記1組のメモリセルの前記トランジスタに対して共通に設けら

れており、

プレート線は、前記1組のメモリセルの各メモリセルの前記強誘電体キャパシタ毎に設けられており、

ビット線と前記トランジスタの活性領域とを接続するビット線コンタクトは、前記1組のメモリセルと対応する複数のプレート線からなるプレート線群同士の間に配置されている。

4. トランジスタ及び強誘電体キャパシタを有する複数のメモリセルがマトリックス状に配置されてなる強誘電体メモリであって、

前記複数のメモリセルのうちワード線方向に隣接する1組のメモリセルの前記強誘電体キャパシタはビット線方向に互いにオフセットするように配置されており、

プレート線は、前記1組のメモリセルの前記強誘電体キャパシタに対して共通に設けられており、

ビット線と前記トランジスタの活性領域とを接続するビット線コンタクトは、前記プレート線に対するビット線方向の両側に配置されていることを特徴とする強誘電体メモリ。

5. トランジスタ及び強誘電体キャパシタを有する複数のメモリセルがマトリックス状に配置されてなる強誘電体メモリであって、

前記複数のメモリセルの前記トランジスタの活性領域は、前記強誘電体キャパシタ同士の間をビット線方向に延びており、

ワード線は、前記活性領域における前記強誘電体キャパシタ同士の間をビット線方向に延びる領域の上に形成され相対的に広い幅を有するゲート電極部と、前記強誘電体キャパシタのビット線方向に形成され相対的に狭い幅を有する配線部とを有している。

6. 請求項5の強誘電体メモリにおいて、

前記活性領域は折れ曲がった形状を有している。

7. トランジスタ及び強誘電体キャパシタを有する複数のメモリセルがマトリックス状に配置されてなる強誘電体メモリであって、

前記複数のメモリセルを構成する複数の前記強誘電体キャパシタのうち、ビッ

ト線コンタクトを介してビット線方向に隣接する強誘電体キャパシタ同士はワード線方向にオフセットしていない一方、ビット線コンタクトを介すことなくビット線方向に隣接する強誘電体キャパシタ同士はワード線方向にオフセットするように配置されており、

前記複数のメモリセルのトランジスタの活性領域は、ワード線方向に隣接する前記強誘電体キャパシタ同士の間をビット線方向に延びており、

ワード線は、前記活性領域の上に形成され相対的に広い幅を有するゲート電極部と、前記強誘電体キャパシタのビット線方向に形成され相対的に狭い幅を有する配線部とを有している。

8. トランジスタ及び強誘電体キャパシタを有する複数のメモリセルがマトリックス状に配置されてなる強誘電体メモリであって、

前記複数のメモリセルのうちワード線方向に隣接する一対のメモリセルの前記強誘電体キャパシタはビット線方向にオフセットするように配置されており、

プレート線は、前記一対のメモリセルの前記強誘電体キャパシタに対して共通に設けられており、

ワード線は、前記一対のメモリセルの前記トランジスタに対して共通に設けられていると共に、前記一対のメモリセルの前記強誘電体キャパシタ同士に形成されている。

9. トランジスタ及び強誘電体キャパシタを有する複数のメモリセルがマトリックス状に配置されてなる強誘電体メモリであって、

前記複数のメモリセルのうちワード線方向に隣接する一対のメモリセルの前記強誘電体キャパシタはビット線方向にオフセットするように配置されており、

前記一対のメモリセルのうちの一方のメモリセルの前記トランジスタの活性領域は、前記一対のメモリセルのうちの他方のメモリセルの前記強誘電体キャパシタ同士の間を前記他方のメモリセルのプレート線と交差してビット線方向に延びており、

前記一方のメモリセルの前記トランジスタに対して第1のワード線が設けられていると共に、前記他方のメモリセルの前記トランジスタに対して第2のワード線が設けられており、

前記第2のワード線は、前記一方のメモリセルのトランジスタの活性領域と交差する領域においては、該活性領域をオフ状態にさせることがない程度に狭い幅に形成されている。

10. トランジスタ及び強誘電体キャパシタを有する複数のメモリセルがマトリックス状に配置されてなる強誘電体メモリであって、

ビット線は、前記複数のメモリセルのうちワード線方向に隣接する一対のメモリセルの前記強誘電体キャパシタ同士の間をビット線方向に延びる活性領域からなると共に、前記複数のメモリセルの前記トランジスタの活性領域と一体に形成されており、

ワード線は、前記ビット線の上に形成され、前記ビット線をオフ状態にさせることがない狭い幅の配線部と、前記トランジスタの活性領域の上に形成され、前記配線部よりも幅が広いゲート電極部とを有している。

【要約】 強誘電体メモリは、トランジスタ及び強誘電体キャパシタを有する複数のメモリセルがマトリックス状に配置されてなる。プレート線は、複数のメモリセルのうちワード線方向に隣接するメモリセルの強誘電体キャパシタの上をワード線方向に延びている。ビット線とトランジスタの活性領域とを接続するビット線コンタクトは、ビット線方向に隣接するプレート線同士の間で且つワード線方向に隣接する強誘電体キャパシタ同士の間の領域に配置されている。プレート線におけるビット線コンタクトの近傍部には切り欠き部が形成されている。複数のメモリセルのトランジスタの活性領域は、ワード線方向と交差し且つビット線方向と交差するように延びている。



